

УДК: 581

Даскалюк А.П.

*Институт генетики, физиологии и защиты растений, ул. Пэдурий 20,
г. Кишинэу, 2002-MD, Республика Молдова
e-mail: vdascaliuca@yahoo.com*

ГОРМЕЗИС, ОПТИМИЗАЦИЯ СКРИНИНГА И ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Термин гормезис определяется как «*реакция доза-эффект на воздействии химического агента или фактора окружающей среды, характеризующаяся стимулирующей организмом или клеткой при низкой дозе и ингибированием при высокой*». Он широко используется в токсикологии и биомедицине для описания двухфазовых дозовых реакций клеток или организмов на токсины, пестициды и другие стрессовые факторы. В течение эволюции в организмах и их клеточных компонентах установились молекулярные механизмы адаптивной реакции на различные факторы стресса. Благодаря специфическим путям эволюции, дозы физических и химических факторов которые вызывают стресс у представителей одного вида, становились оптимальными для других видов. Как следствие, адаптивный, положительный, эффект малых доз у разных видов проявляется при дозах различного уровня. Он проявляется в изменениях фенотипа и свойствах организма в ответ на изменения окружающей среды. Следовательно, гормезис обеспечивает количественную оценку биологической пластичности организма, являясь скорее отражением гомеодинамического характера биологических систем, а не гомеостаза (процесса, который поддерживает устойчивость внутренней среды биологических систем в ответ на изменения внешних условий).

В результате анализа понятия гормезиса и его связей с другими фундаментальными биологическими концепциями легко прийти к выводу о том, что явление гормезиса тесно переплетается с многочисленными феноменами адаптации. Анализ этих связей может открыть новые перспективы в объяснении и оптимизации практического применения регуляторов роста для улучшения адаптации и повышения устойчивости растений к стрессовым факторам. Оптимальные концентрации (дозы) регуляторов роста являются очень низкими. Границы стимулирующих доз, как правило, занимают один, редко два порядка концентраций, а зоны гормезисной реакции специфичны для различных видов и генотипов растений. В больших концентрациях регуляторы роста оказывают ингибирующее, повреждающее действие на растения. Аналогично, гормезис проявляется после воздействия на организм низких доз стрессовых факторов. По ширине, интервал доз вызывающих гормезис редко превышает два порядка. Кроме того, рас-

ширение гомеодинамического пространства при гормезисе хорошо гармонирует с такими же эффектами низких доз регуляторов роста. Количественные значения положительных эффектов гормезиса и регуляторов роста на жизнеспособность и продуктивность растений сопоставимы. В оптимальных условиях эти эффекты достигают 30% и довольно редко - 50%. Положительные эффекты доз стресса, вызывающих гормезис, или оптимальных доз регуляторов роста, на многие эндогенные процессы и клеточные сигнальные системы, от которых зависит деление клеток, рост и продуктивность растений родственны. Можно предположить, что общие элементы, характеризующие эффекты гормезиса и регуляторов роста, не являются случайными. В обоих случаях происходит расширение гомеодинамического равновесия биосистем. Таким образом, анализ концепций биологических феноменов при гормезисе и действии регуляторов роста может обеспечить быстрое развитие теории и практики применения регуляторов роста растений и углубление наших знаний о механизмах гормезиса. Определение ширины доз гормезисной зоны регуляторов роста и их максимального благоприятного эффекта на растения является необходимой предпосылкой правильного применения регуляторов роста для решения ряда теоретических и практических проблем. Однако отметим некоторые моменты, от которых зависит эффективное использование гормезиса в оптимизации практических применения регуляторов роста растений:

1. Конечный эффект воздействия препаратов на растения зависит от комплекса явлений. Среди них отметим протекторные свойства препарата; его влияние на восстановительные процессы и морфогенез растений. Например, ускорение пролиферации клеток под влиянием регуляторов роста приводит к повышению скорости роста и одновременно к повышению вероятности расширения повреждений вызванных стрессовым фактором. В связи с этим, конечный эффект стимуляции роста может оказаться отрицательным.

2. Доза регуляторов роста должна быть подобрана таким образом, чтобы их влияние на процессы восстановления повреждений вызванных стрессом преобладали над их расширением в результате ускорения роста. Эта доза может быть различной в зависимости от вида и генотипа растений.

3. После обработки растений регуляторы роста должны активировать жизненные процессы, путем усиления метаболизма, повышая, таким образом, физиологические функции организма. Благодаря этому регуляторы роста могут увеличить устойчивость растений к стрессовым факторам и усилить регенеративные и абсорбционные свойства, содействуя восстановлению повреждений.

4. Регуляторы роста должны вызывать адекватные изменения в экспрессии генов, биохимические и морфологические перестройки в

целом растении, подверженным не летальным, но, в то же время, неблагоприятным фактором внутренней или внешней среды.

5. В состав регуляторов роста должны входить соединения, которые накапливаются в тканях и организмах при воздействии таких внешних и внутренних факторов, которые часто являются химически продуктами нарушенного метаболизма и при умеренных дозах фактора вызывают гормезис.

6. Необходимо выявить особенности влияния регуляторов роста на растения разного возраста и определить их влияние на ширину гомеодинамического пространства по мере старения растений. Это может содействовать разработке стандартов для мониторинга и разработки эффективных методов оздоровления и омоложения многолетних растений.

7. Следует определить влияние регуляторов роста на динамику содержания вторичных метаболитов, белков теплового шока, активных форм кислорода и других соединений в растениях подверженных действию стрессовых факторов. Это позволит выявить общие маркеры влияния регуляторов роста и умеренных доз стресса, вызывающих гормезис.

8. Необходимо определить оптимальные, а не максимальные концентрации/дозы регуляторов роста путем отбора проб в широких диапазонах испытаний не только на ранних стадиях, но на протяжении всего процесса онтогенеза. Следует иметь в виду, что оптимальная доза для ускорения роста часто не эквивалентна дозе, имеющей максимальную эффективность. В практических целях важно определить границы горметических и токсических зон регуляторов роста к разным тканям, генотипам и растениям разного возраста. Более глубокое понимание гормезиса может содействовать развитию технологий разработки и использования регуляторов роста в сельском хозяйстве.

9. Концепция гормезиса позволит обосновать подходы к применению регуляторов роста для противодействия факторам риска в сельском хозяйстве. Это особенно важно в связи с тенденцией глобального потепления климата.

10. Общие явления проявления гормезиса и действия регуляторов роста в зависимости от дозы/концентрации позволяет полагать, что эти закономерности имеют общебиологический характер. Благодаря этому явление гормезиса может быть использовано для оптимизации методов проверки и обоснования интегральных подходов применения регуляторов роста для решения проблем сельского хозяйства, медицины и экологии.

С учетом отмеченных выше соображений нами был разработан регулятор роста *Реглалг*, выделенный из водорослей. Препарат прошел всестороннюю проверку биологической активности в лабораторных и полевых условиях и сертифицирован для применения в сельском хозяйстве Молдовы. С применением растений разных видов и возрастов было показано, что обработка семян и опрыскивание растений раство-

рами препарату *Реглалг* приводить до підвищення їх життєспособності і розширенню гомеодинамічного простору. При обробці насіння пшениці перед посівом *Реглалг* викликає зменшення довжини епикотиля на 1,5 – 2 см, завдяки чому вузол кущення і вторичні корні менше піддані впливу стресових факторів зимою і літом. Крім того, підвищується стійкість рослин до жару і морозу. Завдяки цьому продуктивність рослин підвищується на 0,4 - 1,2 т/га.

УДК: 633.11:631.811.98(477.72)

**Дворецький В.Ф., Чайкіна О.І., аспіранти,
Лобода А.В., Іванов В.О., Агат'єва В.М., магістри
Гамаюнова В. В., науковий керівник**

Миколаївський національний аграрний університет, вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, 54020, Україна

e-mail: gatajunova2301@gmail.com

ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ПІД ВПЛИВОМ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО ЖИВЛЕННЯ У ЗОНІ СТЕПУ УКРАЇНИ

Метою наших досліджень було удосконалення живлення зернових культур на засадах ресурсозбереження, а саме – пшениці (сорт 'Елегія миронівська'), тритикале (сорт 'Соловей харківський') та ячменю (сорт 'Сталкер' і 'Вакула') шляхом застосування оброблення насіння перед сівбою та посіву рослин сучасними рістрегулюючими речовинами в основні періоди вегетації – вихід у трубку та на початку колосіння по фоні внесення помірної дози мінерального добрива ($N_{30}P_{30}$) до сівби.

Дослідження проводили на чорноземі південному в навчально-науково-практичному центрі Миколаївського НАУ впродовж 2014-2017 рр. Погодні умови у роки досліджень різнилися, зокрема, у 2015 та 2016 рр. на період сівби та упродовж вегетації випала дещо більша кількість опадів. За температурним режимом вони були типовими для зони південного Степу України.

Ґрунт дослідної ділянки представлений чорноземом південним важко-суглинковим. У шарі ґрунту 0-30 см міститься гумусу (за Тюрнімом) - 2,9-3,2%, легкогідролізованого азоту - 62 мг/кг ґрунту, нітратів (за Грандваль-Ляжем) - 20-25 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Мачигінімом) - 36-40 мг/кг ґрунту; обмінного калію (на полуменовому фотометрі) - 320-340 мг/кг ґрунту, рН - 6,8-7,2. Загальна площа ділянки 80 м², облікової - 20 м², повторність триразова.

Насіння пшениці ярої та тритикале у день сівби обробляли ескортомбіо вручну, з використанням 500 мл препарату на гектарну норму насіння за 1,0% концентрації робочого розчину. Посіви рослин у фази виходу